Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
подпись
«27» апреля 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.04.01 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ

Направление подготовки /специальность

02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Направленность (профиль) /специализация

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Программа подготовки АКАДЕМИЧЕСКАЯ

Форма обучения ОЧНАЯ

Квалификация (степень) выпускника МАГИСТР

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Программу составил:
Л. К. Янковская, доцент кафедры МКМ, к.ф.-м.н, доц.

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов
протокол № 9 «10» апреля 2018г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Дроботенко М. И.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов
протокол № 9 «10» апреля 2018г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Дроботенко М. И.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 2 «17» апреля 2018г.
Председатель УМК факультета Титов Г.Н

Рецензенты:

Савенко И.В., коммерческий директор ООО "РосГлавВино"

Никитин Ю.Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Развитие профессиональных компетентностей в области применения методов математического и алгоритмического моделирования при анализе реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачей изучения дисциплины является развитие способности находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики, а также создавать и исследовать новые математические модели.

Программа базируется на представлении о том, что «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» как составная часть математического моделирования экономических процессов является основой для подготовки к решению профессиональных задач по научно-исследовательской деятельности.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» относится к вариативной части (Дисциплина по выбору) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Для ее изучения требуется освоение следующих предшествующих дисциплин: «Математические методы в социальных и гуманитарных науках», «Основные направления развития современной математики и компьютерных наук». Кроме того, данная дисциплина в соответствии с учебным планом является предшествующей для изучения дисциплин «Математические модели в научных исследованиях и образовании» и «Компьютерные технологии в науке и образовании».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ПК-5, ПК-7).

В результате изучения обязательной части учебного цикла обучающийся должен:

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ПК-5	Выпускник должен обладать способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах	модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации	применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и	методами решения современных проблем математического моделирования; методами для развития и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
			полученных результатов в среде AnyLogic;	осуществлять на них численный эксперимент;	
2.	ПК-7	Выпускник должен обладать способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики	методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;	анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;	навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9	___		
Контактная работа, в том числе:	**32,2**	**32,2**			
Аудиторные занятия (всего):	32	32	-	-	-
Занятия лекционного типа	16	16	-	-	-
Лабораторные занятия	16	16	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	-	-	-
Самостоятельная работа, в том числе:	**75,8**	**75,8**			

Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		25,8	25,8	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		25	25	-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		25	25	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-	-	-	-
Общая трудоемкость	**час.**	108	108	-	-	-
	в том числе контактная работа	**32,2**	**32,2**			
	зач. ед	**3**	**3**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре *(очная форма)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Концепции имитационного моделирования	19,8	4	-	-	15,8
2.	Пакет имитационного моделирования AnyLogic	30	4	-	6	20
3.	Язык программирования SUN JAVA	28	4	-	4	20
4.	Имитационное моделирование экономических процессов	30	4	-	6	20
	Итого по дисциплине:	107,8	16	-	16	75,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины
2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Темы лекций	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Концепции имитационного моделирования	1) Методологические основы имитационного моделирования 2) Виды имитационного моделирования и классификация систем компьютерного моделирования.	Т, К
2.	Пакет имитационного моделирования AnyLogic	3) Среда пакета имитационного моделирования AnyLogic 7. 4) Этапы имитационного моделирования сложных систем в AnyLogic 7.	К
3.	Язык программирования	5) Основные сведения о языке программирования SUN JAVA.	Т

	SUN JAVA	6) Элементы управления и фигуры презентации языка программирования SUN JAVA.	
4.	Имитационное моделирование экономических процессов	7) Имитационное статистическое моделирование. 8) Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	К

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименования лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Концепции имитационного моделирования	-	-
2.	Пакет имитационного моделирования AnyLogic	1) Освоение среды и доработка существующей имитационной модели. 2) Создание новой имитационной модели и построение графиков. 3) Проведение оптимизационного эксперимента.	ЛР ИЗ
3.	Язык программирования SUN JAVA	4) Освоение операторов языка SUN JAVA и создание 2D и 3D анимации. 5) Создание дискретно-событийной имитационной модели.	ЛР ИЗ
4.	Имитационное моделирование экономических процессов	6) Создание агентной модели. 7) Модель сегрегации Т. Шеллинга и сбор статистики. 8) Имитационное моделирование системы массового обслуживания.	ЛР ИЗ

В данном подразделе, в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: устный опрос (У), выполнение индивидуального задания (ИЗ) ,защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), контрольной работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), устного опроса (У), контрольной работы (К) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 240 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702.
2.	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в Anylogic 7 и GPSS World / В.Д. Боев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 556 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428950.
3.	Подготовка к текущему контролю	Мицель, А.А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов : учебное пособие / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР, 2016. - 218 с. : ил. - Библиогр.: с.207. - ISBN 978-5-86889-358-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480884

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для реализации компетентностного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий, таких как лекция-визуализация, проблемная лекция, разбор практических задач, компьютерные симуляции, с применением современных математических пакетов прикладных программ, а именно:

– Пакета имитационного моделирования AnyLogic 7.3.5.

Чтение лекций предполагается в лекционной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием, для чего по каждой лекции разработаны презентации.

В процессе выполнения практических заданий учащиеся должны приобрести навык использования пакета имитационного моделирования AnyLogic 7.3.5 для создания имитационной модели, проведения имитационного и оптимизационного экспериментов, интерпретации и визуализации результатов, полученных в ходе решения экономических задач. Использование в обучении информационных технологий составляет 100% объема аудиторных занятий и способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

4.1.1. Образец одного варианта вопросов по защите лабораторной работы

1) Как изменить модель таким образом, чтобы слайдеры действовали на оба мяча одновременно?
2) Как изменить модель таким образом, чтоб подсчитывалось время, прошедшее с момента последнего отскока мяча?
3) Как изменить модель таким образом, чтобы подсчитывалось количество отскоков мяча?
4) Как изменить модель таким образом, чтобы мяч вначале выполнения модели был в правом верхнем углу?
5) Как изменить модель таким образом, чтобы на один мяч сила тяжести действовала по оси X, а на другой по оси Y?

4.1.2. Образец одного варианта коллоквиума

1) Дайте определение транзакта
2) Перечислите преимущества имитационного моделирования
3) Перечислите характеристики эффективности обслуживания в СМО
4) Перечислите элементы (т.е.панели и окна) окна редактора AnyLogic
5) Поясните понятие «Системный подход»
6) Приведите структуру класса языка Java в общем виде
7) Перечислите управляющие операторы языка Java
8) Приведите Правило 1 методов Монте-Карло

4.1.3. Образец одного варианта индивидуального задания №1

ЗАДАНИЕ 1. Изменение динамики мячей

Дополните анимационное представление мячей согласно заданию для Вашего варианта:

Вариант 1. Измените модель таким образом, чтобы слайдеры действовали на оба мяча одновременно.

ЗАДАНИЕ 2. Изменение цвета мячей

Дополните анимационное представление мяча динамическим цветом, так как указано в Вашем варианте.

Вариант 1. Измените модель таким образом, чтобы при отскоке от горизонтальных стенок мячи становились желтыми на 0,5 сек, а при отскоке от боковых – зелеными.

4.1.4. Образец одного варианта индивидуального задания №2

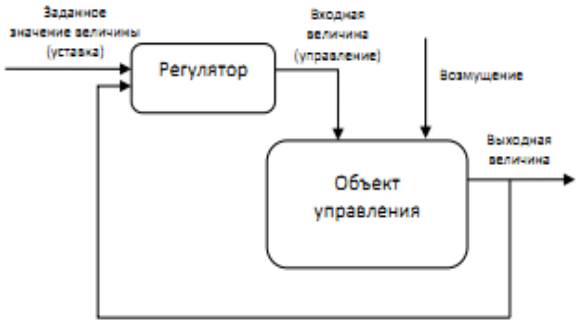
Дополните оптимизационную модель полета снаряда новым оптимизационным экспериментом или осуществите старый эксперимент с учетом измененной постановки задачи, так как указано в Вашем варианте.

Вариант 1. Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда, прямо пропорциональная высоте полета.

4.1.5. Образец одного варианта индивидуального задания №3

Вариант 7. Динамическое моделирование процесса управления

Существует несколько базовых принципов управления, предполагающих наличие определенных элементов и связей, объединенных в систему (рис. 1).



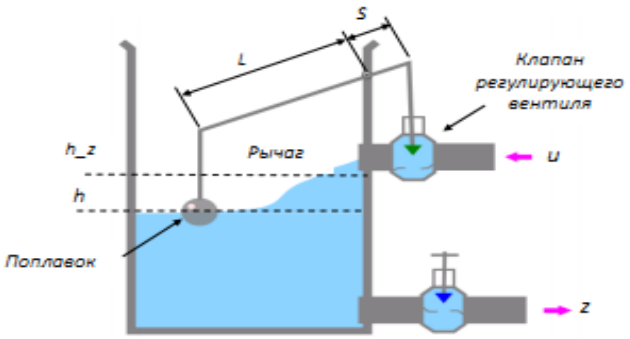


Рис. 1. Схема системы управления Рис. 2. Система регулирования уровня в емкости

Выходная величина типичного объекта управления описывается уравнением:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{a} \cdot (k \cdot u - z - h),$$

где a – коэффициент пропорциональности, определяемый параметрами объекта управления; k – коэффициент усиления объекта по управлению; z – изменяющееся внешнее воздействие (возмущение).

Требуется построить модель системы регулирования уровня жидкости в емкости с пропорционально-интегральным законом управления (рис. 2).

Входную величину (управление) определим следующим образом:

$$u = u_i + k_p \cdot (h_z - h),$$

где h_z – заданное значение уровня; u – управление, которое состоит из интегральной и пропорциональной части; ui – интегральная составляющая управления; kp – коэффициент при пропорциональной составляющей управления.

Интегральная составляющая управления может быть задана:

$$\frac{dui}{dt} = k_i \cdot (h_z - h),$$

где ki – коэффициент при интегральной составляющей управления.

Для создания модели выполните следующие шаги:

1. Создайте логику модели - Математическую модель.
2. Установите начальные значения параметров: a = 10; k = 1; k_p = 0.5; k_i = 0.5; z = 80; h_z = 300. В накопителе h вычисляется выходная величина – уровень наполнения емкости. Установите его начальное значение: 80.

3. Внесите в модель элемент Временной график. Настройте его свойства для показа графика накопителя h.
4. Постройте анимационную модель системы такую, как на рисунке 2. Для этого необходимо связать поведение воды, рычага и поплавка с значением накопителя h.
5. Запустите эксперимент и продемонстрируйте результат преподавателю.

4.1.6. Образец одного варианта индивидуального задания №4

Моделирование системы массового обслуживания с ожиданием.

Примем следующие предположения:

- пусть заданы n, τ и $\overline{t_{\text{об}}}$;
- входящий поток требований или заявок, которые поступают на обслуживание: экспоненциальный с заданным временем между прибытиями;
- дисциплина постановки в очередь и выбор из нее: «раньше поступил - раньше обслужился»;
- правило, по которому осуществляется обслуживание: бесприоритетное;
- выходящий поток требований: несущественен;
- режимы работы: без отказов и прерываний.

Требуется:

1) теоретически рассчитать:
   p_0 – вероятность того, что все каналы свободны;
   p_n – вероятность того, что все каналы заняты;
   – среднее время ожидания;
   l_s – среднюю длину очереди;
   $\bar{t}$ – среднее время пребывания в системе;
   m_s – среднее число требований, находящихся в системе;
2) Создать логику модели - вам понадобятся число параметров, равное числу каналов обслуживания плюс 2 (счетчики числа заявок, обслуженных каждым каналом, заявок в очереди и заявок в системе); элементы библиотеки моделирования процессов – source, queue (очередь), hold (захват), delay (задержка), sink (сток), блоки TimeMeasureStart и TimeMeasureEnd; из палитры Разметки пространства – прямоугольный узел; элементы палитры Статистика - статистика, $n+1$ столбиковая диаграмма, n гистограмм; а фрагменты программы на языке Java, определяющие логику модели, а также свой тип заявки Entity без параметров;
3) установить начальные значения параметров в 0;
4) создать презентацию агента;
5) создать диаграмму моделирования процесса и настроить ее свойства согласно вашему индивидуальному заданию;
6) создать презентацию очереди с помощью прямоугольного узла;
7) для анализа динамических свойств модели организовать сбор данных о работе очереди и каналов обслуживания, определение времени, потраченного на обслуживание каждой заявки каждым каналом;
8) для каждого канала добавить на презентацию столбиковую диаграмму загруженности каждого канала и гистограмму распределения времени обработки заявки с отображением плотности вероятностей и среднего значения, а также столбиковую диаграмму, отображающую среднюю длину очереди и среднее число требований, находящихся в системе;
9) запустить модель и проанализировать работу системы;
10) сравнить среднюю длину очереди и среднее число требований, находящихся в системе, полученные в результате эксперимента, с рассчитанными теоретически;
11) продемонстрировать результат преподавателю.

Вариант 1. Ателье принимает заказы на ремонт верхней одежды. В среднем в течении месяца поступает 10 заявок от заказчиков. Выполняют заказы 5 мастеров, каждый из которых затрачивает в среднем на выполнение одного заказа 12 дней.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Пример (вариант) для промежуточной аттестации (зачета) по итогам освоения дисциплины

1. Изложите этапы имитационного моделирования сложных систем.
2. Опишите инструменты поддержки агентного моделирования в AnyLogic.
3. Задана стохастическая переменная - интенсивность входного потока, значения которой представляют собой интервалы между последовательными появлениями пациентов, которая имеет следующее распределение:

Промежуток между появлениями пациентов, мин	1	2	3	4	5	6	7	8
Вероятность	0,05	0,05	0,10	0,20	0,40	0,10	0,05	0,05

Используя метод Монте-Карло, каждому значению этой стохастической переменной поставьте в соответствие случайное число в интервале от 0 до 99.

4.2.2. Критерии оценки знаний

Код и наименование компетенций	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	пороговый	**базовый**	**продвинутый**
	Оценка		
	Удовлетворительно/ зачтено	Хорошо/ зачтено	Отлично/ зачтено
1	2	3	4
ПК 7 Выпускник должен обладать способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики	**Знает - на 60-69%** методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;	**Знает - на 70-89%** методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;	**Знает - на 90-100%** методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;
	Умеет – на 60-69% анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;	**Умеет – на 70-89%** анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;	**Умеет – на 90-100%** анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;
	Владеет – на 60-69% навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;	**Владеет – на 70-89%** навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;	**Владеет – на 90-100%** навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на

			имитационных моделях;
ПК 5 Выпускник должен обладать способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах	**Знает -** **на 60-69%** модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;	**Знает -** **на 70-89%** модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;	**Знает -** **на 90-100%** модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;gic
1	2	3	4
	Умеет – **на 60-69%** применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;	**Умеет –** **на 70-89%** применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;	**Умеет –** **на 90-100%** применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;
	Владеет – **на 60-69%** методами решения современных проблем математического моделирования; методами для развития и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.	**Владеет –** **на 70-89%** методами решения современных проблем математического моделирования; методами для развития и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.	**Владеет –** **на 90-100%** методами решения современных проблем математического моделирования; методами для развития и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в Anylogic 7 и GPSS World / В.Д. Боев. - 2-е изд., испр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 556 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428950.

2. Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 240 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702.

3. Мицель, А.А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов: учебное пособие / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2016. - 218 с.: ил. - Библиогр.: с.207. - ISBN 978-5-86889-358-2; То же [Электронный ресурс]. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480884.

5.2. Дополнительная литература:

1. Салмина, Н.Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Ю. Салмина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2015. - 118 с.: схем. - Библиогр.: с. 105.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480901.

2. Снетков, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебно-практическое пособие / Н.Н. Снетков. - Москва: Евразийский открытый институт, 2008. - 227 с. - ISBN 978-5-374-00079-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90359.

3. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование: учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет,

2012. - 116 с. - ISBN 978-5-8353-1299-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал. М.: МГУ, 2014, 2015. - доступно: www.biblioclub.ru – Университетская библиотека ONLINE.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" www.biblioclub.ru.
2. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» http://e.lanbook.com.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и лабораторных работ, в процессе выполнения которых закрепляется теоретический материал, вырабатываются навыки создания имитационных моделей со сбором статистики и разработкой 2D и 3D анимации, проведения на этих моделях оптимизационных экспериментов и интерпретации полученных результатов.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине (модулю), которая по данной дисциплине предусматривает следующие виды:

№ п/п	Виды/формы СР	Сроки выполнения	Формы контроля
1	Изучение лекционного материала по написанным конспектам лекций	В течение семестра	Устный опрос и тестирование
2	Изучение дополнительного теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе	В течение семестра	Устный опрос и тестирование
3	Выполнение домашних заданий, состоящих в решении проблемных задач по изученной при выполнении лабораторной работы теме	В течение семестра	Проверка
4	Выполнение индивидуального задания	К 15.05	Проверка
5	Подготовка к коллоквиуму	май	Коллоквиум
6	Подготовка к сдаче зачета.	май	Зачет

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий.

– Выполнение лабораторных работ на компьютере с использованием пакетов MS Excel и AnyLogic.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

– Пакет имитационного моделирования AnyLogic 8.3.0 Personal Learning Edition для начинающих и студентов (бесплатная версия);

– Табличный процессор («Microsoft Excel»).

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Боев В. Д., Кирик Д.И., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования. - доступно: www.anylogic.ru/books – официальный сайт AnyLogic.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Компьютерная аудитория, оснащенная 12 – 15 компьютерами типа Intel Pentium.
2. Мультимедийная лекционная аудитория.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Компьютерная лаборатория, укомплектованная 12 – 15 компьютерами типа Intel Pentium с программным обеспечением: Пакет имитационного моделирования («AnyLogic 8.3.0 PLE»), Табличный процессор («Microsoft Excel»)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) 312н
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Компьютерная лаборатория, укомплектованная 12 – 15 компьютерами типа Intel Pentium с программным обеспечением: Пакет имитационного моделирования («AnyLogic 8.3.0 PLE»), Табличный процессор («Microsoft Excel»)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.01 «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике»
Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Профиль: Математические методы теории сложных систем

Рабочая программа по дисциплине «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» составлена кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры математических и компьютерных методов факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета Л. К. Янковской.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО от 17.08.2015 (пр. Минобрнауки РФ № 829) с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «магистр») по профилю Математические методы теории сложных систем, программа подготовки – академическая магистратура.

Программа одобрена на заседании кафедры Математических и компьютерных методов и на заседании учебно-методического совета факультета математики и компьютерных наук.

Дисциплина «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (Б1.В.ДВ.04.01) и ее освоение происходит в 9 семестре.

Структура рабочей программы включает цели и задачи освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ООП, требования к результатам освоения дисциплины, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиториях. Учебный материал распределен на теоретические и практические занятия, что позволяет осуществлять практическое закрепление наиболее важных разделов.

В ходе изучения дисциплины «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» обеспечивается овладение студентами следующими профессиональными компетенциями: ПК-5, ПК-7.

Изучение этой дисциплины позволит выпускникам решать такие задачи научно-исследовательской деятельности, как применение методов математического, алгоритмического и имитационного моделирования при анализе различных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля.

Рабочая программа Л. К. Янковской соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «магистр») и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры ТФКТ
ФГБОУ ВО «КубГУ» _____ Никитин Ю.Г.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.01 «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике»
Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки
Профиль: Математические методы теории сложных систем

Рабочая программа по дисциплине «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» составлена кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры математических и компьютерных методов факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета Л. К. Янковской.

Учебная дисциплина «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» направлена на изучение теоретических основ и получение практических навыков в области имитационного моделирования различных экономических и социальных процессов.

Рабочая программа содержит цели и задачи освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ООП, требования к результатам освоения дисциплины, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиториях. Учебный материал распределен на теоретические и практические занятия, что позволяет осуществлять практическое закрепление наиболее важных разделов.

Курс «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» обеспечивает овладение студентами профессиональными компетенциями (ПК-5; ПК-7) такими, как способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах, методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики.

Название и содержание рабочей программы дисциплины «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» соответствует учебному плану, а также ФГОС ВО (приказ № 829 от 17.08.2015г.) по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «магистр»).

Рабочая программа по дисциплине соответствует требованиям профессиональной подготовки, так как она позволяет обучить учащихся созданию новых математических моделей и алгоритмов, в том числе в области имитационного моделирования экономических процессов.

Считаю, что рабочая программа доцента Л. К. Янковской соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (квалификация «магистр») и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Коммерческий директора ООО "РосГлавВино" Савенко И.В.